



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۴۹۸۲

تجدید نظر دوم

۱۳۹۶

INSO

4982

2nd. Revision

2017

سنگدانه - تعیین چگالی، چگالی نسبی (وزن  
مخصوص) و جذب آب سنگدانه درشت -  
روش آزمون

**Aggregate- Determination of density,  
relative density (specific gravity) and water  
absorption of coarse aggregate- Test  
method**

ICS: 91.100.30

**سازمان ملی استاندارد ایران**

تهران - ضلع جنوبی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران-ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۰-۸۸۸۸۷۰۸۰ - ۳-۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج-ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۱۱۴-۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: Standard @ isiri.org.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov>

**Iranian National Standardization Organization (INSO)**

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P.O.Box:14155-6139, Tehran, IRAN

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: Standard @ isiri.org.ir

Website: <http://www.isiri.gov>

## به نام خدا

## آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO) <sup>۱</sup> کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC) <sup>۲</sup> و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML) <sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط <sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC) <sup>۵</sup> در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عمل کرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electro Technical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)

4 -Contact Point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد  
«سنگدانه – تعیین چگالی، چگالی نسبی (وزن مخصوص) و جذب آب  
سنگدانه درشت – روش آزمون»

رئیس:

میرمحمدی، میر صالح  
(دکتری زمین شناسی)

دبیر:

خدابنده، ناهید  
(کارشناسی شیمی)

ویسه، سهراب  
(دکتری مهندسی معدن)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

امینی، علی  
(کارشناسی مهندسی شیمی)

انتظاری، آیدا  
(کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر)

باریکانی، مهدی  
(دکتری مهندسی پلیمر)

بوربور، فاطمه  
(کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی بین الملل)

تابش، حسن آقا  
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

جاهدی املشی، سعید  
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

حسین زاویه، علی  
(کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)

شفیع زاده، محمد علی  
(کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)

سمت و/ یا محل اشتغال:

دانشگاه تهران

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

شرکت آریانا پارس

گروه صنعتی سانا عایق

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

شرکت صنایع عایق سپاهان

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

شرکت صنایع عایق سپاهان

شرکت گیلان میکا

شرکت تارا بگین

**اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

عاشقان نژاد، امیر هوشنگ  
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

کرمی، رضا  
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

لنکرانی، مهرناز  
(کارشناسی ارشد معماری)

محرمی، آرزو  
(کارشناسی ارشد شیمی)

محمدی زیارانی، ماکان  
(کارشناسی ارشد شهرسازی)

مفیدی، صادق  
(کارشناسی ارشد سیستم‌های انرژی)

مظلومی ثانی، مهناز  
(کارشناسی شیمی)

نمد مالیان اصفهانی، علیرضا  
(دکتری مدیریت)

هاشمی، محمد  
(کارشناسی مهندسی عمران)

هدایتی، محمد جعفر  
(کارشناسی فیزیک)

یوسفی، علی اکبر  
(دکتری مهندسی شیمی)

**ویراستار:**

شرقی، عبدالعلی  
(دکتری مهندسی عمران)

**سمت و/یا محل اشتغال:**

گروه صنایع گیتی پسند

شرکت پشم شیشه ایران

شرکت بهینه سازی مصرف سوخت کشور

شرکت جذب ستاره

شرکت لیکا

شرکت بهران انرژی

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

شرکت لیکا

شرکت سازه پایدار الهیه

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

دانشگاه شهید بهشتی

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ج	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
خ	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ اصول کلی
۴	۵ وسایل
۵	۶ نمونه برداری
۶	۷ روش اجرای آزمون
۷	۸ روش محاسبه
۷	۸-۱ چگالی نسبی (وزن مخصوص)
۸	۸-۲ مقادیر میانگین چگالی نسبی (وزن مخصوص)
۸	۸-۴ درصد جذب آب
۹	۸-۵ مقادیر میانگین جذب آب
۹	۹ گزارش آزمون
۱۰	۹ دقت و اریبی
۱۱	پیوست الف (آگاهی دهنده) بسط معادله‌ها
۱۳	پیوست ب (آگاهی دهنده) رابطه درونی بین چگالی‌های نسبی و جذب آب

## پیش گفتار

استاندارد «سنگدانه- تعیین چگالی، چگالی نسبی (وزن مخصوص) و جذب آب سنگدانه درشت-روش آزمون» نخستین بار در سال ۱۳۷۷ تدوین و منتشر شد. این استاندارد براساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تایید در کمیسیونهای مربوط برای دومین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در هفتصد و سی و هشتمین اجلاس کمیته ملی مهندسی ساختمان و مصالح و فرآوردههای ساختمانی مورخ ۱۳۹۶/۱۰/۱۸ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفتهای ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیونهای مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۲: سال ۱۳۹۰ می شود.

منبع و مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM C127: 2015 Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate

## سنگدانه - تعیین چگالی، چگالی نسبی (وزن مخصوص) و جذب آب سنگدانه درشت - روش آزمون

هشدار - این استاندارد کلیه مسائل ایمنی را در صورت وجود، بیان نمی‌کند، مسئولیت با کاربر استاندارد است که از روش‌های ایمنی و بهداشتی مناسب استفاده و محدودیت‌های متداول در کاربرد این استاندارد را قبل از استفاده معین کند.

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین چگالی نسبی (وزن مخصوص) و جذب آب سنگدانه درشت است. چگالی نسبی (وزن مخصوص) کمیتی بدون واحد است که به‌صورت چگالی خشک شده در گرم‌خانه (OD)<sup>۱</sup>، چگالی اشباع با سطح خشک (SSD)<sup>۲</sup> یا به‌صورت چگالی نسبی ظاهری (وزن مخصوص ظاهری) بیان می‌شود. چگالی نسبی (OD) پس از خشک شدن سنگدانه تعیین می‌شود. چگالی نسبی اشباع با سطح خشک (SSD) و جذب آب پس از خیساندن سنگدانه در آب برای یک دوره تجویز شده تعیین می‌شود.

این استاندارد برای استفاده در مورد سبکدانه‌های مطابق گروه یک سنگدانه‌ها در استاندارد ASTM C332 کاربرد ندارد.

### ۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شود.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام آور است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

#### 2-1 ASTM C29/C29M, Standard Test Method for Bulk Density, Unit Weight and Voids in Aggregate

یادآوری - تجدید نظر استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۱: سال ۱۳۹۶، سنگدانه - تعیین چگالی انبوهی (وزن واحد) و فضاهای خالی در سنگدانه - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C29:2017 تدوین شده است.

1 - Oven-dry (OD)

2 - Saturated- surface-dry (SSD)



**2-2 ASTM C125, Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۹۱۴۸: سال ۱۳۹۰، سنگ دانه های بتن- واژه نامه، با استفاده از استاندارد ASTM C125, 2009 تدوین شده است.

**2-3 ASTM C128, Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۰: سال ۱۳۹۶، سنگدانه- تعیین وزن مخصوص انبوهی و جذب آب سنگدانه های ریز- روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C128:2015 تدوین شده است.

**2-4 ASTM C136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregate**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۷۷: سال ۱۳۹۳، روش آزمون دانه بندی سنگدانه های ریز و درشت، با استفاده از استاندارد ASTM C136/C136M: 2014 تدوین شده است.

**2-5 ASTM C330, Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۵: سال ۱۳۹۶، سبکدانه برای بتن سازه ای- ویژگی ها، با استفاده از استاندارد ASTM C330: 2014 تدوین شده است.

**2-6 ASTM C332, Standard Specification for Lightweight Aggregates for Insulating Concrete**

**2-7 ASTM C566, Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregates by Drying**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۸۳: سال ۱۳۸۰، روش تعیین رطوبت کل سنگدانه، با استفاده از استاندارد ASTM C566: 2009 تدوین شده است.

**2-8 ASTM C670, Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials**

**2-9 ASTM C702 / C702M, Standard Practice for Reducing Samples of Aggregate to Testing Size**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۴۶: سال ۱۳۹۰، مصالح ساختمانی - سنگدانه - کاهش دادن نمونه تا اندازه آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM C702: 2009 تدوین شده است.

**2-10 ASTM D75/D75M, Standard Practice for Sampling Aggregates**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۶۷، سنگدانه- نمونه برداری از سنگدانه ها- آیین کار، با استفاده از استاندارد ASTM D75: 2009 تدوین شده است.

- 2-11** ASTM D448, Standard Classification for Sizes of Aggregate for Road and Bridge Construction
- 2-12** ASTM E11 Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves
- 2-13** AASHTO Standard T 85, Gravity and Absorption of Coarse Aggregate

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ASTM C125 به کار می‌رود.

### ۴ اصول آزمون

**۱-۴** نمونه‌ای از سنگدانه به مدت  $(4 \pm 24)$  h غرقاب می‌شود تا فضاهای خالی، عمدتاً پر شود. سپس نمونه را از آب خارج کرده، آب سطح دانه‌ها خشک و جرم آن تعیین می‌شود. در ادامه، حجم نمونه را با روش جابه‌جایی آب تعیین می‌کنند. در پایان نمونه در گرم‌خانه خشک و جرم آن تعیین می‌شود. با استفاده از مقادیر جرم به دست آمده و معادله‌های ارائه شده در این روش آزمون محاسبه چگالی نسبی (وزن مخصوص) و جذب آب امکان پذیر است.

**۲-۴** چگالی نسبی (وزن مخصوص) نسبت جرم سنگدانه به جرم یک حجم آب معادل حجم ذرات سنگدانه است که هم‌چنین حجم مطلق سنگدانه نیز نامیده می‌شود، است. این به صورت نسبت چگالی ذرات سنگدانه به چگالی آب نیز بیان می‌شود. تمایزی بین چگالی ذرات سنگدانه و چگالی انبوهی سنگدانه به صورتی که مطابق استاندارد ASTM C29/C29M تعیین می‌شود، وجود دارد که شامل حجم فضاهای خالی بین ذرات سنگدانه است.

**۳-۴** چگالی نسبی (وزن مخصوص) برای محاسبه حجم اشغال شده توسط سنگدانه در انواع مخلوط‌های متفاوت حاوی سنگدانه شامل بتن سیمان پرتلند، بتن قیری و سایر مخلوط‌هایی که تعیین نسبت شده یا بر اساس حجم مطلق تحلیل می‌شود، به کار می‌رود. چگالی نسبی (وزن مخصوص) در محاسبه فضای خالی سنگدانه در استاندارد ASTM C29/C29M نیز استفاده می‌شود. اگر سنگدانه خیس باشد یعنی اگر میزان جذب آب رضایت بخش باشد، چگالی نسبی (وزن مخصوص) اشباع با سطح خشک استفاده می‌شود. برعکس هنگامی که سنگدانه خشک باشد یا فرض شود که خشک است چگالی یا چگالی نسبی (وزن مخصوص) خشک شده در گرم‌خانه برای محاسبات استفاده می‌شود.

**۴-۴** چگالی ظاهری و چگالی نسبی ظاهری (وزن مخصوص ظاهری) مربوط به مواد جامدی است که دانه‌های تشکیل دهنده را می‌سازد و فضاهای خالی بین دانه‌هایی که قابلیت دسترسی به آب را ندارند، شامل نمی‌شود.

۴-۵ هنگامی که فرض می‌شود در مقایسه با شرایط خشک، سنگدانه به مدت کافی در تماس با آب بوده است تا عمده جذب آب آن انجام شود، مقادیر جذب آب برای محاسبه تغییر جرم سنگدانه به دلیل آب جذب شده در فضاهای خالی درون ذرات تشکیل دهنده استفاده می‌شود. بنابر استاندارد آزمایشگاهی، جذب آب پس از غرقاب کردن سنگدانه خشک برای مدت زمان تجویز شده به دست می‌آید. سنگدانه استخراج شده از زیر سطح آب زیرزمینی عموماً دارای مقدار رطوبتی بیش از جذب آب تعیین شده توسط این روش آزمون است به شرطی که بدون داشتن فرصت خشک شدن قبل از استفاده، مصرف شوند. برعکس، سنگدانه‌هایی که قبل از مصرف به‌طور پیوسته در شرایط مرطوب قرار نمی‌گیرند، احتمالاً حاوی مقدار رطوبت جذب شده‌ای کم‌تر از شرایط خیس خورده ۲۴ h هستند. برای سنگدانه‌ای که در تماس با آب قرار داشته است و دارای رطوبت آزاد بر روی سطوح دانه‌هاست، درصد رطوبت آزاد با تفریق مقدار جذب آب از مقدار رطوبت کل تعیین شده مطابق استاندارد ASTM C566 به دست می‌آید.

۴-۶ روش‌های آزمون کلی شرح داده شده در این استاندارد برای تعیین جذب آب سنگدانه‌هایی که شرایط قرارگیری متفاوت از خیساندن ۲۴ h مانند آب جوشان یا اشباع خلاء دارند، مناسب است. مقادیر به‌دست آمده برای جذب آب توسط سایر روش‌های آزمون از مقادیر به‌دست آمده با خیساندن تجویزی و همچنین چگالی نسبی (وزن مخصوص) اشباع با سطح خشک (SSD) متفاوت خواهد بود.

## ۵ وسایل

### ۱-۵ ترازو

ترازویی برای تعیین جرم، با حساسیت خوانش و درستی ۰/۰۵ درصد جرم نمونه در هر نقطه در گستره استفاده برای این آزمون یا ۰/۵ g، هرکدام که بزرگ‌تر است. ترازو باید مجهز به وسیله‌ای مناسب برای آویزان نگه‌داشتن ظرف نمونه در آب از مرکز پایه یا سینی ترازو باشد.

### ۲-۵ ظرف نمونه

یک سبد سیمی ۳/۳۵ mm (الک نمره ۶) یا با مش ریزتر، یا یک سطل با عرض و ارتفاع تقریباً مساوی، با حجم ۴ L تا ۷ L برای حداکثر اندازه اسمی سنگدانه ۳۷/۵ mm (الک ۱/۵ in) یا کوچک‌تر، و یک ظرف بزرگ‌تر برای آزمون حداکثر اندازه بزرگ‌تر سنگدانه. ظرف باید چنان ساخته شده باشد که از محبوس شدن هوا هنگام غرقاب سازی ظرف جلوگیری شود.

### ۳-۵ محفظه آب

یک محفظه آب‌بند که ظرف نمونه در آن قرار داده می‌شود در حالی که از زیر ترازو آویزان است.

## ۴-۵ الک‌ها

یک الک نمره ۴ (۴/۷۵ mm) یا اندازه‌های دیگر در صورت نیاز، مطابق استاندارد ASTM E11 (به زیربند ۲-۷ تا زیربند ۴-۷ مراجعه شود).

## ۵-۵ گرم‌خانه

یک گرم‌خانه با اندازه مناسب، با قابلیت نگهداری دمای یکنواخت  $(\pm 5)^\circ\text{C}$  (۱۱۰).

## ۶ نمونه برداری

۱-۶ از سنگدانه مطابق استاندارد ASTM D75 نمونه‌برداری کنید.

۲-۶ نمونه سنگدانه را به‌طور کامل مخلوط کنید، با استفاده از روش‌های شرح داده شده در استاندارد ASTM C702 مقدار آن را برای به‌دست آوردن مقدار تقریبی مورد نیاز کاهش دهید. همه مواد عبور کرده از الک نمره ۴ (۴/۷۵ mm) را با الک کردن خشک دور بریزید و برای خارج سازی غبار یا سایر پوشش‌ها از سطح، آن را کاملاً بشوید. اگر سنگدانه درشت حاوی مقدار عمده‌ای از مواد ریزتر از الک ۴/۷۵ mm (مانند سنگدانه‌های با اندازه الک نمره ۸ و الک نمره ۹ مطابق استاندارد ASTM D448) باشد، از الک نمره ۸ (۲/۳۶ mm) به‌جای الک نمره ۴ (۴/۷۵ mm) استفاده کنید.

به‌عنوان یک روش جایگزین، مواد ریزتر از الک ۴/۷۵ mm را جدا کنید و مواد ریزتر را مطابق استاندارد ASTM C128 مورد آزمون قرار دهید.

یادآوری - اگر سنگدانه‌های کوچک‌تر از الک نمره ۴ (۴/۷۵ mm) در نمونه استفاده شوند، با بررسی اطمینان حاصل کنید که اندازه چشمه‌های ظرف نمونه، از حداقل اندازه سنگدانه کوچک‌تر باشد.

۳-۶ حداقل جرم آزمون مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است. آزمون سنگدانه درشت در بخش‌های اندازه متعدد مجاز است. اگر نمونه حاوی بیش از ۱۵ درصد مواد مانده روی الک ۳/۷۵ mm باشد، مواد بزرگ‌تر از ۳/۷۵ mm را در یک یا چند بخش به‌طور مجزا از بخش‌های اندازه کوچک‌تر آزمون کنید. هنگامی که سنگدانه‌ای در بخش‌های اندازه مجزا آزمون می‌شود، حداقل جرم نمونه برای هر بخش باید تفاوت بین جرم‌های شرح داده شده برای حداکثر و حداقل اندازه‌های بخش باشد.

۴-۶ اگر نمونه در دو یا چند بخش اندازه آزمون می‌شود دانه‌بندی نمونه را مطابق استاندارد ASTM C136 شامل الک‌های مورد استفاده برای جدایش بخش‌های اندازه برای اندازه‌گیری‌ها در این روش، تعیین کنید. در محاسبه درصد مواد در هر بخش اندازه مقدار مواد ریزتر از ۴/۷۵ mm (یا ۲/۳۶ mm) را هنگامی که آن الک مطابق زیربند ۲-۷ استفاده می‌شود، نادیده بگیرید.

**یادآوری-** هنگام آزمون سنگدانه درشت با حداکثر اندازه اسمی بزرگ که به نمونه‌های بزرگ نیاز دارد، ممکن است راحت‌تر باشد که آزمون را در دو یا چند زیر نمونه انجام دهید و مقادیر به‌دست آمده را برای محاسبه‌های شرح داده شده در بند ۹ ترکیب کنید.

جدول ۱- حداقل جرم آزمون مورد استفاده

حداکثر اندازه اسمی mm	حداقل جرم آزمون kg
۱۲٫۵ یا کمتر	۲
۱۹٫۰	۳
۲۵٫۰	۴
۳۷٫۵	۵
۵۰	۸
۶۳	۱۲
۷۵	۱۸
۹۰	۲۵
۱۰۰	۴۰
۱۲۵	۷۵

## ۷ روش اجرای آزمون

**۱-۷** نمونه را تا رسیدن به جرم ثابت در دمای  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  در گرم‌خانه خشک کنید. بگذارید در هوا در دمای اتاق به مدت ۱ h تا ۳ h برای نمونه‌های با حداکثر اندازه اسمی ۳۷٫۵ mm یا به مدت طولانی‌تر برای اندازه‌های بزرگ‌تر خنک شود تا به دمایی که برای کار کردن مناسب باشد (حدود  $50^\circ\text{C}$ ) برسد. سپس سنگدانه را در دمای اتاق برای  $(24 \pm 4)$  h غرقاب کنید. هنگامی که استاندارد ASTM C330 یا استاندارد ASTM C332 استفاده می‌شود، سنگدانه را در آب در دمای اتاق برای یک دوره  $(72 \pm 4)$  h غرقاب کنید و هر ۲۴ h حداقل ۱ min آن را به هم بزنید.

**۲-۷** در جایی که قرار است مقادیر جذب آب و چگالی نسبی (وزن مخصوص) برای سهم‌بندی مخلوط‌های بتنی که در آن سنگدانه‌ها در شرایط رطوبت طبیعی خودشان می‌باشند استفاده شود، الزامات زیربند ۱-۷ برای خشک کردن اولیه اختیاری است و اگر سطوح دانه‌ها در نمونه به طور پیوسته تا زمان آزمون مرطوب نگه داشته شده باشند، الزامات زیربند ۸-۱ برای خیساندن  $(24 \pm 4)$  h یا  $(72 \pm 4)$  h نیز اختیاری است.

**یادآوری-** مقادیر جذب آب و چگالی نسبی (وزن مخصوص) اشباع با سطح خشک ممکن است برای سنگدانه‌هایی که قبل از خیساندن در گرم‌خانه خشک نشده‌اند به مقدار زیادی بیش‌تر از همان سنگدانه‌ها که با آن‌ها مطابق با زیربند ۸-۱ عمل شده

است، باشد. این به‌ویژه برای دانه‌های بزرگ‌تر از ۷۵ mm صادق است، چون آب ممکن است قادر نباشد که به منافذ مرکز دانه در دوره خیساندن شرح داده شده نفوذ کند.

۳-۷ نمونه را از آب خارج کنید و در یک پارچه جاذب بزرگ بغلتانید تا هنگامی که همه لایه نازک آب قابل مشاهده زدوده شود. دانه‌های درشت‌تر را به‌طور جداگانه خشک کنید. جریان یافتن هوا برای کمک به عملیات خشک شدن مجاز است. مراقبت کنید که از تبخیر آب از منافذ سنگدانه در طی عملیات خشک کردن سطحی پرهیز شود. جرم نمونه را در شرایط اشباع با سطح خشک تعیین کنید. این جرم و همه جرم‌های بعدی را با تقریب  $0.5\text{ g}$  گرم یا  $0.5\%$  جرم نمونه، هرکدام که بزرگ‌تر است یادداشت کنید.

۴-۷ پس از تعیین جرم در هوا، نمونه اشباع با سطح خشک را بلافاصله در ظرف نمونه قرار دهید و جرم ظاهری آن را در آب در  $20 \pm 23^\circ\text{C}$  تعیین کنید. دقت کنید که همه هوای محبوس قبل از تعیین جرم آن به‌وسیله تکان دادن ظرف هنگامی که غرقاب است، خارج شود.

یادآوری ۱- تفاوت بین جرم در هوا و جرم هنگامی که نمونه در آب غوطه‌ور است، مساوی جرم آب جابه‌جا شده توسط نمونه است.

یادآوری ۲- ظرف باید در عمق کافی غرقاب شود تا آن و نمونه را هنگام تعیین جرم ظاهری در آب، بپوشاند. سیم آویز ظرف باید دارای کوچک‌ترین اندازه عملی باشد تا هر گونه اثر محتمل طول متغیر غرقاب را به حداقل رساند.

۵-۷ نمونه را تا رسیدن به جرم ثابت در دمای  $5 \pm 110^\circ\text{C}$  در گرم‌خانه خشک کنید. در هوا در دمای اتاق به مدت ۱ h تا ۳ h یا تا رسیدن به دمای مناسب کار (حدوداً  $50^\circ\text{C}$ ) خنک کنید و جرم آن را تعیین کنید.

## ۸ روش محاسبه

### ۱-۸ چگالی نسبی (وزن مخصوص)

#### ۱-۱-۸ چگالی نسبی (وزن مخصوص) خشک شده در گرم‌خانه

چگالی نسبی (وزن مخصوص) را بر اساس سنگدانه خشک شده در گرم‌خانه با استفاده از معادله (۱) محاسبه کنید:

$$(1) \quad \text{چگالی نسبی (وزن مخصوص) خشک شده در گرم‌خانه} = A/(B - C)$$

که در آن:

A جرم آزمونه خشک شده در گرم‌خانه در هوا، برحسب g؛

B جرم نمونه اشباع با سطح خشک در هوا، برحسب g؛

C جرم ظاهری نمونه اشباع شده در آب، بر حسب g.

#### ۲-۱-۸ چگالی نسبی (وزن مخصوص) اشباع با سطح خشک

چگالی نسبی (وزن مخصوص) را بر اساس سنگدانه اشباع با سطح خشک با استفاده از معادله (۲) محاسبه کنید:

$$(۲) \quad \text{چگالی نسبی (وزن مخصوص) اشباع با سطح خشک} = B/(B - C)$$

#### ۳-۱-۸ چگالی نسبی ظاهری (وزن مخصوص ظاهری)

چگالی نسبی ظاهری (وزن مخصوص ظاهری) را با استفاده از معادله (۳) محاسبه کنید.

$$(۳) \quad \text{چگالی نسبی ظاهری (وزن مخصوص ظاهری)} = A/(A - C)$$

#### ۲-۸ مقادیر میانگین چگالی نسبی (وزن مخصوص)

هنگامی که نمونه در بخش‌های اندازه جداگانه آزمون می‌شود، میانگین چگالی نسبی (وزن مخصوص) بخش اندازه که در زیربند ۸-۱ محاسبه شده را با استفاده از معادله (۴) محاسبه کنید.

$$(۴) \quad G = \frac{1}{\frac{P_1}{100G_1} + \frac{P_2}{100G_2} + \dots + \frac{P_n}{100G_n}} \quad (\text{به پیوست الف مراجعه شود})$$

که در آن:

G میانگین چگالی یا چگالی نسبی (وزن مخصوص). همه شکل‌های بیان چگالی نسبی (وزن مخصوص) را می‌توان به این روش میانگین‌گیری کرد؛

$G_1, G_2, \dots, G_n$  میانگین متناسب چگالی یا چگالی نسبی (وزن مخصوص) برای هر بخش اندازه بسته به نوع چگالی نسبی (وزن مخصوص) میانگین‌گیری شده؛

$P_1, P_2, \dots, P_n$  درصد جرمی هر بخش اندازه موجود در نمونه اولیه (جز مواد ریزتر- به زیربند ۶-۴ مراجعه شود).

#### ۳-۸ درصد جذب آب

٪ جذب آب را با استفاده از معادله (۵) محاسبه کنید:

$$(۵) \quad \text{٪ جذب آب} = [(B - A)/A]100 \quad \text{بر حسب } \%$$

## ۴-۸ مقادیر میانگین جذب آب

هنگامی که نمونه در بخش‌های اندازه جداگانه آزمون شود، میانگین جذب آب برابر است با میانگین مقادیر محاسبه شده در زیربند ۴-۸، وزن شده به نسبت درصدهای جرمی هر بخش اندازه موجود در نمونه اولیه (جز مواد ریزتر- به زیربند ۴-۶ مراجعه شود)، که با استفاده از معادله (۶) محاسبه می‌شود.

$$A = (P_1 A_1 / 100) + (P_2 A_2 / 100) + \dots + (P_n A_n / 100) \quad (۶)$$

که در آن:

$A$  میانگین جذب آب، برحسب %؛

$A_1, A_2, \dots, A_n$  جذب آب برای هر بخش اندازه، برحسب %؛

$P_1, P_2, \dots, P_n$  جذب آب برای هر بخش اندازه در نمونه اولیه، برحسب %.

## ۹ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

☐ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛

☐ مشخصات فراورده:

☐ نام فراورده، کارخانه، تولید کننده، یا تامین کننده؛

☐ نوع فراورده؛

☐ روش آزمون:

☐ سابقه قبل از آزمون و نمونه برداری، برای مثال نام نمونه بردار و محل نمونه برداری؛

☐ تاریخ اجرای آزمون؛

☐ اطلاعات کلی مربوط به آزمون؛

☐ نتایج:

☐ کلیه نتایج به صورت منفرد و مقدار میانگین؛

☐ نتایج چگالی نسبی (وزن مخصوص) را با تقریب ۰٫۰۱ گزارش کنید، و برای چگالی یا چگالی

نسبی (وزن مخصوص) اساس را یا به صورت خشک شده در گرم‌خانه، یا اشباع با سطح خشک یا ظاهری بیان کنید؛

☐ نتایج جذب آب را با تقریب ۰٫۱٪ گزارش کنید؛



□ اگر مقدارهای چگالی یا چگالی نسبی (وزن مخصوص) بدون خشک کردن اولیه سنگدانه تعیین شده باشد، همان گونه که در زیربند ۷-۲ مجاز دانسته شده، این مورد را در گزارش بیان کنید.

## ۱۰ دقت و اریبی<sup>۱</sup>

۱-۱۰ تخمین دقت این روش آزمون (که در جدول ۱ فهرست شده) بر اساس نتایج به دست آمده از برنامه نمونه تخصصی آزمایشگاه مواد مرجع AASHTO با آزمون‌های انجام شده با این روش آزمون و استاندارد AASHTO T 85 بوده است. تفاوت مهم بین روش‌ها این است که روش آزمون این استاندارد نیاز به دوره اشباع  $h (4 \pm 24)$  دارد ولی استاندارد AASHTO T 84 نیاز به دوره اشباع حداقل  $h 15$  دارد. معلوم شده است که این تفاوت اثر کمی بر شاخص‌های دقت دارد. داده‌ها بر اساس تحلیل بیش از ۱۰۰ نتیجه آزمون دوتایی از ۴۰ آزمایشگاه تا ۱۰۰ آزمایشگاه قرار دارد.

جدول ۱- دقت

محدوده قابل قبول دو نتیجه (d2s) <sup>الف</sup>	انحراف معیار	
دقت آزمون کننده منفرد:		
۰/۰۲۵	۰/۰۰۹	چگالی نسبی (وزن مخصوص) خشک شده در گرم‌خانه
۰/۰۲۰	۰/۰۰۷	چگالی نسبی (وزن مخصوص) اشباع با سطح خشک
۰/۰۲۰	۰/۰۰۷	چگالی نسبی ظاهری (وزن مخصوص ظاهری)
دقت چندآزمایشگاهی:		
۰/۰۳۸	۰/۰۱۳	چگالی نسبی (وزن مخصوص) خشک شده در گرم‌خانه
۰/۰۳۲	۰/۰۱۱	چگالی نسبی (وزن مخصوص) اشباع با سطح خشک
۰/۰۳۲	۰/۰۱۱	چگالی نسبی ظاهری (وزن مخصوص ظاهری)
<sup>الف</sup> این اعداد به ترتیب معرف حدود (d2s) شرح داده شده در استاندارد ASTM C670 هستند. تخمین‌های دقت به دست آمده از آنالیز ترکیبی اطلاعات نمونه مواد تخصصی آزمایشگاه مواد مرجع AASHTO با استفاده از آزمایشگاه‌هایی که از زمان‌های اشباع حداقل $h 15$ استفاده کرده‌اند و سایر آزمایشگاه‌ها با استفاده از زمان اشباع $h (4 \pm 24)$ به دست آمد. آزمون بر روی سنگدانه‌های با وزن معمول انجام و با سنگدانه‌های در شرایط خشک شده در گرم‌خانه شروع شده است.		

## ۱۰-۲ اریبی

از آن جا که هیچ مرجع پذیرفته شده مناسبی برای تعیین اریبی این روش آزمون وجود ندارد، هیچ نظری در مورد اریبی ارائه نمی‌شود.

1- Bias

## پیوست الف

## (آگاهی دهنده)

## بسط معادله‌ها

**الف-۱** استنتاج معادله از موارد ساده شده زیر با استفاده از دو جامد است. جامد ۱ دارای جرم  $M_1$  برحسب  $g$  و حجم  $V_1$  برحسب  $ml$ ، چگالی نسبی (وزن مخصوص) ( $G_1$ ) برابر  $M_1/V_1$  است. جامد ۲ دارای جرم  $M_2$  برحسب  $g$  و حجم  $V_2$  برحسب  $ml$ ، چگالی نسبی (وزن مخصوص) ( $G_2$ ) برابر  $M_2/V_2$  است. اگر دو جامد با یکدیگر در نظر گرفته شوند چگالی نسبی (وزن مخصوص) ترکیب جرم کل برحسب  $g$  تقسیم بر حجم کل برحسب  $ml$  است:

$$G = (M_1 + M_2) / (V_1 + V_2) \quad \text{(الف-۱)}$$

با تغییر این معادله، معادله‌های (الف-۲) و (الف-۳) به صورت زیر به دست می‌آید:

$$G = \frac{1}{\frac{V_1 + V_2}{M_1 + M_2}} = \frac{1}{\frac{V_1}{M_1 + M_2} + \frac{V_2}{M_1 + M_2}} \quad \text{(الف-۲)}$$

$$G = \frac{1}{\frac{M_1}{M_1 + M_2} \left( \frac{V_1}{M_1} \right) + \frac{M_2}{M_1 + M_2} \left( \frac{V_2}{M_2} \right)} \quad \text{(الف-۳)}$$

با این وجود بخش‌های جرم دو جامد با معادله (الف-۴) عبارت است از:

$$M_1 / (M_1 + M_2) = P_1 / 100 \quad \text{و} \quad M_2 / (M_1 + M_2) = P_2 / 100 \quad \text{(الف-۴)}$$

$$1/G_1 = V_1/M_1 \quad \text{و} \quad 1/G_2 = V_2/M_2 \quad \text{(الف-۵)}$$

بنابر این:

$$G = \frac{1}{\frac{P_1}{100} \left( \frac{1}{G_1} \right) + \frac{P_2}{100} \left( \frac{1}{G_2} \right)} \quad \text{(الف-۶)}$$

مثالی از محاسبه در جدول الف-۱ ارائه شده است.

جدول الف-۱- مثالی از محاسبه مقادیر وزن یافته چگالی نسبی (وزن مخصوص) و جذب آب برای یک سنگدانه درشت آزمون شده در اندازه‌های مجزا

بخش اندازه mm	بخش اندازه در نمونه اولیه %	جرم نمونه مورد آزمون g	چگالی نسبی (وزن مخصوص) (اشباع با سطح خشک)	جذب آب %
۱۲٫۵ تا ۴٫۷۵	۴۴	۲۲۱۳٫۰	۲٫۷۲	۰٫۴
۳۷٫۵ تا ۱۲٫۵	۳۵	۵۴۶۲٫۵	۲٫۵۶	۲٫۵
۶۳ تا ۳۷٫۵	۲۱	۱۲۵۹۳٫۰	۲٫۵۴	۳٫۰

میانگین چگالی نسبی (وزن مخصوص) اشباع با سطح خشک

$$G = \frac{1}{\frac{0.44}{2.72} + \frac{0.35}{2.56} + \frac{0.21}{2.54}} = 2.62$$

میانگین جذب آب، برحسب %

$$A = (0.44)(0.4) + (0.35)(2.5) + (0.21)(3.0) = 1.7$$

## پیوست ب

## (آگاهی دهنده)

## رابطه درونی بین چگالی‌های نسبی و جذب آب

رابطه درونی بین چگالی‌های نسبی (وزن‌های مخصوص) و جذب آب چنانچه در روش‌های آزمون استاندارد ASTM C127 و ASTM C128 تعریف شده، به صورت زیر است.

مقادیر هریک از نمادها را با استفاده از معادله‌های زیر محاسبه کنید:

$$S_s = (1 + A/100)S_d \quad (\text{ب-۱})$$

$$S_a = \frac{1}{\frac{1}{S_d} - \frac{A}{100}} = \frac{S_d}{1 - \frac{AS_d}{100}} \quad (\text{ب-۲})$$

یا

$$S_a = \frac{1}{\frac{1 + A/100}{S_s} - \frac{A}{100}} = \frac{S_s}{1 - \frac{A}{100}(S_s - 1)} \quad (\text{ب-۳})$$

$$A = \left( \frac{S_s}{S_d} - 1 \right) 100 \quad (\text{ب-۴})$$

$$A = \left( \frac{S_a - S_s}{S_a(S_s - 1)} \right) 100 \quad (\text{ب-۵})$$

که در آن‌ها:

$S_d$  چگالی نسبی (وزن مخصوص) خشک شده در گرم‌خانه؛

$S_s$  چگالی نسبی (وزن مخصوص) اشباع با سطح خشک؛

$S_a$  چگالی نسبی ظاهری (وزن مخصوص ظاهری)؛

$A$  جذب آب، برحسب %.